

## BAB 6

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Output dari penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa optimalisasi proses injeksi plastik di PUTP ATMI Surakarta menggunakan analisis CAE *moldflow* (*moldflow plastic insight 2015*) berhasil meningkatkan kualitas produk *base plate*. Hal ini terbukti dengan berkurangnya proses *trial and error* dan menggantinya dengan analisis CAE *moldflow*. Analisis CAE *moldflow* telah berhasil memperoleh prediksi cacat pada produk, dimana dalam penelitian ini adalah *shrinkage* dan mendapatkan *setting* parameter proses yang optimal. Hal ini menunjukkan bahwa WI dan PUTP ATMI Surakarta dalam waktu sekitar enam bulan telah mampu menerapkan konsep manufaktur plastik modern berbasis CAE dengan hasil maksimal.

Tujuan dalam penelitian ini telah tercapai dengan hasil sebagai berikut:

1. Verifikasi desain produk *base plate* telah didapatkan dari hasil analisis CAE *moldflow*. Hal itu dapat dilihat dari hasil *meshing dual-domain* dan analisis *fast fill* yang menunjukkan tidak adanya *error* seperti *short shot* maupun kegagalan injeksi ketika proses simulasi.
2. Hasil parameter *setting* pemesinan yang optimal pada produk *base plate* dengan mesin injeksi plastik kapasitas 100 ton adalah pada kondisi *mold temperature* 70 °C, *melt temperature* 235 °C, *injection pressure* 100 MPa, *injection time* 1,008 detik, dan *cooling time* 9,7815 detik. Berdasarkan parameter tersebut akan didapatkan *volumetric shrinkage* optimal pada 7,612% dan *shrinkage* rata-rata hasil simulasi adalah 0,4871%. Hasil tersebut telah memenuhi standar kualitas yang diminta oleh *customer*. Total volume *base plate* adalah 46,2861 cm<sup>3</sup> dan total beratnya adalah 44,0036 g. *Total cycle time* yang dibutuhkan oleh produk *base plate* dalam sekali injeksi adalah 18,9895 detik.
3. Laporan analisis CAE *moldflow dual-domain* lengkap terhadap produk *base plate* menjadi salah satu tujuan akhir penelitian ini. Hasil laporan analisis tersebut dapat dilihat pada lampiran. Selanjutnya, data hasil analisis CAE dapat dipakai sebagai panduan bagi *engineer mold maker* industri plastik di Indonesia dalam membuat konstruksi *mold*, sebagai panduan dalam

menentukan *setting* parameter optimal di mesin injeksi dan sebagai alat untuk memverifikasi produk plastik sebelum diproses lanjut di mesin injeksi.

## 6.2. Saran

Analisis CAE *moldflow* pada studi kasus *base plate* sudah dapat digunakan sebagai data yang menyertai *mold* produk tersebut. Beberapa hal yang perlu diperhatikan oleh *mold maker* atau operator *setting* mesin injeksi adalah sebagai berikut:

- a. *Runner system* menggunakan *cold runner* dan *side runner location*.
- b. Pembuatan *air venting* perlu dilakukan pada *mold* untuk bagian-bagian yang terjadi *air traps*.
- c. *Weld-line* perlu verifikasi *trial* untuk performansi.
- d. *Shrinkage* perlu verifikasi *trial* untuk dimensi.
- e. Optimasi *cooling system* dapat dilakukan selama diperlukan.

Tindak lanjut dari penelitian ini adalah perlunya kerjasama antara PUTP dengan Universitas maupun Pendidikan Tinggi yang terkait untuk penelitian lanjut tentang analisa proses injeksi plastik dan kerjasama dengan industri plastik dalam menganalisa produk industri plastik agar lebih optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Autodesk., (2010). Autodesk Moldflow Insight Performance (course modul). Jakarta: Autodesk
- Bellavendram, Nicolo., (1995). Quality by Design: Taguchi Techniques for Industrial Experimentation. London: Prenice Hall.
- Budiyanoro, Cahyo., (2007). Analysis and Optimization of Injection Molded Parts using Fusion and 3D Elements of Moldflow. Germany: Polymer Techonolgy University of Aalen.
- Chen, Wu-Lin., Chin-Yin Huang and Chi-Wei Hung., (2010). Optimization of Plastic Injection Molding Process by Dual-Response Surface Method with Non-Linear Programming. Emerald. Vol. 27, No. 8. Pp. 951-966.
- Fish, Jacob and Ted Belytschk., (2007). A First Course in Finite Elements. England: Wiley
- Gastrow, Hans., (2006). Injection molds: 130 proven designs. Germany: Hanser Gardner Publications
- Goodship, V., (2004). Practical Guide to Injection Moulding. Arburg: Rapra Technology Limited
- Indonesian Mold and Dies Assosiation., (2006). Mold Dictionary. Diakses tanggal 7 Maret 2015 dari <http://www.imdia.or.id/indonesian/dictionary/mold.html>.
- Menges, Georg., (2001). How to make injection molds. German: Carl Hanser Verlag
- Moerbani, J., (1999). Plastic Moulding. Solo: ATMI Surakarta
- Moldflow Corporation., (2015). Tutorial Moldflow Plastic Insight 2015. USA: Autodesk
- Oktem, H., (2012). Modeling and Analysis of Process Parameters for Evaluating Shrinkage Problems During Plastic Injection of a DVD-ROM Cover. ASM International, Vol. 21, No.1. Pp. 25-32
- Riyanto, Seto Agung., (2014). Laporan pelaksanaan pelatihan tidak bergelar dalam negeri bidang pemodelan sistem injeksi molding berbasis metode elemen hingga. Solo: ATMI Surakarta
- Shoemaker, Jay., (2006). Moldflow design guide: a resource for plastic engineers. German: Carl Hanser Verlag
- Tresno, Setiawan., (2010). Defect pada produk plastik. Diakses tanggal 22 mei 2015 dari <http://id.scribd.com/doc/139642252/Deffect-Pada-Produk-Plastik#scribd>




## Lampiran 1.



# LAPORAN HASIL CAE ANALISIS MOLDFLOW DUAL-DOMAIN

CUSTOMER	PT. X SURABAYA
PRODUK	BASE PLATE
ENGINEER	FX. SETO AGUNG
DATE	07 JULI 2015

Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP)



### ▪ Tujuan Analisis:

Meminimalisasi shrinkage dengan mendapatkan parameter proses injeksi yang optimal

### ▪ Data Produk :

Item		Studi Kasus
Nama		Base Plate
Warna		Hitam
Volume		462861 cm <sup>3</sup>
Produk	Thickness	2.7 mm – 5.0 mm
	Size	90.5 x 90.5 x 53
	Weight	44.0036 g

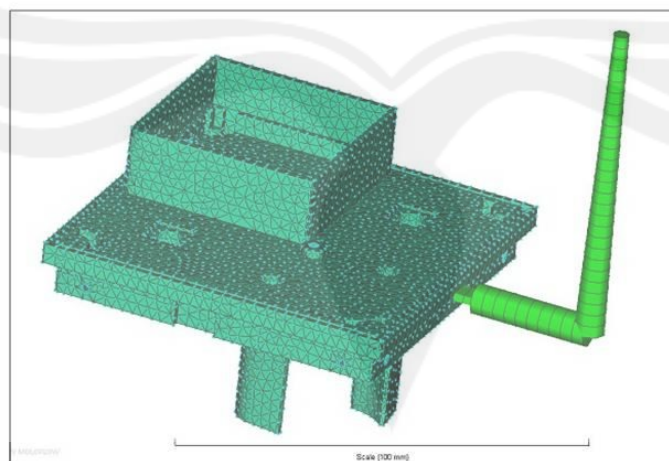
Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP)

### ▪ Gate Location and Runner System

Runner System		Mold Base		Cooling system	
diameter Sprue	dia. Awal : 4.0 mm dia. Akhir : 8.0 mm	Panjang (X) axis	450 mm	diameter cooling	10 mm
Diameter Runner	8.0 mm	Panjang (Y) axis	400 mm	diameter inlet & nose	10 mm
Diameter Gate	2.0 x 6.0 mm	Panjang (Z) axis	350 mm	Diameter baffle	0 mm
Keterangan :		Tinggi cavity	70 mm	Suhu cairan pendingin	25 °C
Lokasi Gate : side gate		Material Base	AISI P20	Jenis cairan pendingin	air
Jarak antar saluran cooling : 30 mm					

Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP)

### ▪ Gate Location and Runner System



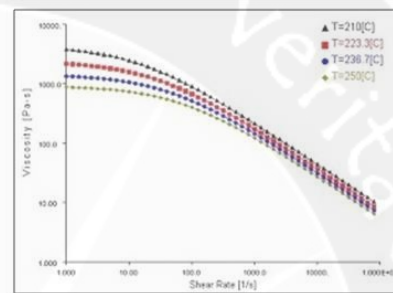
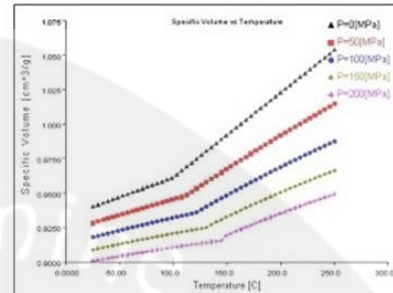
Penempatan gate location pada side gate dan runner system dengan cold runner.

Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP)

▪ Material plastik :

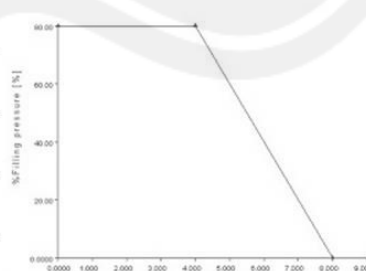
Trade Name	ABSHG - 173
Manufacturer	LG Chemical
Material Structure	Amorphous
Melt Temperature	210° - 250°
Max. Shear stress	0.3 Mpa
Max. Shear rate	50000 1/s
Melt Density	0.96049 g/cm <sup>3</sup>
Solid Density	1,0641 g/cm <sup>3</sup>

Pemilihan material plastik berdasarkan permintaan dari PT. X Surabaya



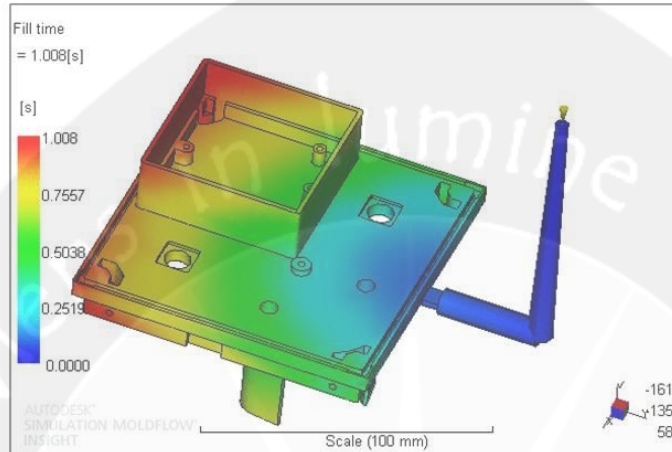
Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP)

▪ Setting parameter proses :

Item	Parameter	Packing time
Mold temperature	70 °C	
Melt temperature	235 °C	
Injection pressure	100 Mpa	
Injection time	1.0080 second	
Cooling time	9.7815 second	

Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP)

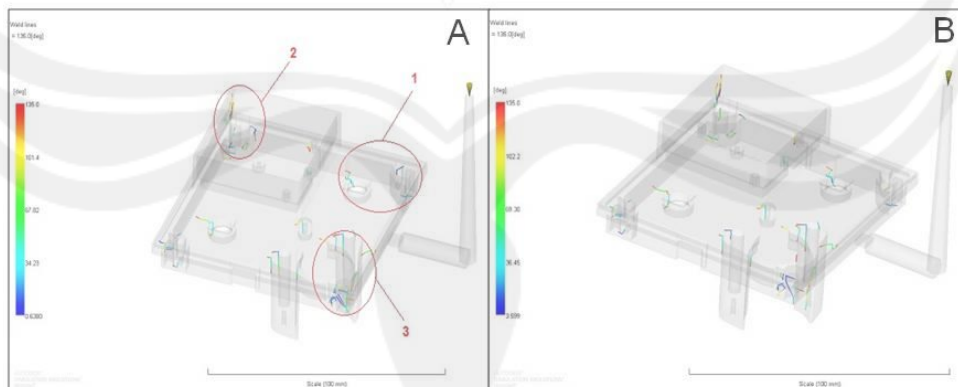
■ Filling analysis :



Filling time optimal adalah 1.008 detik. Ujung mold berwarna merah perlu perhatian agar tidak terjadi shot short.

Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP)

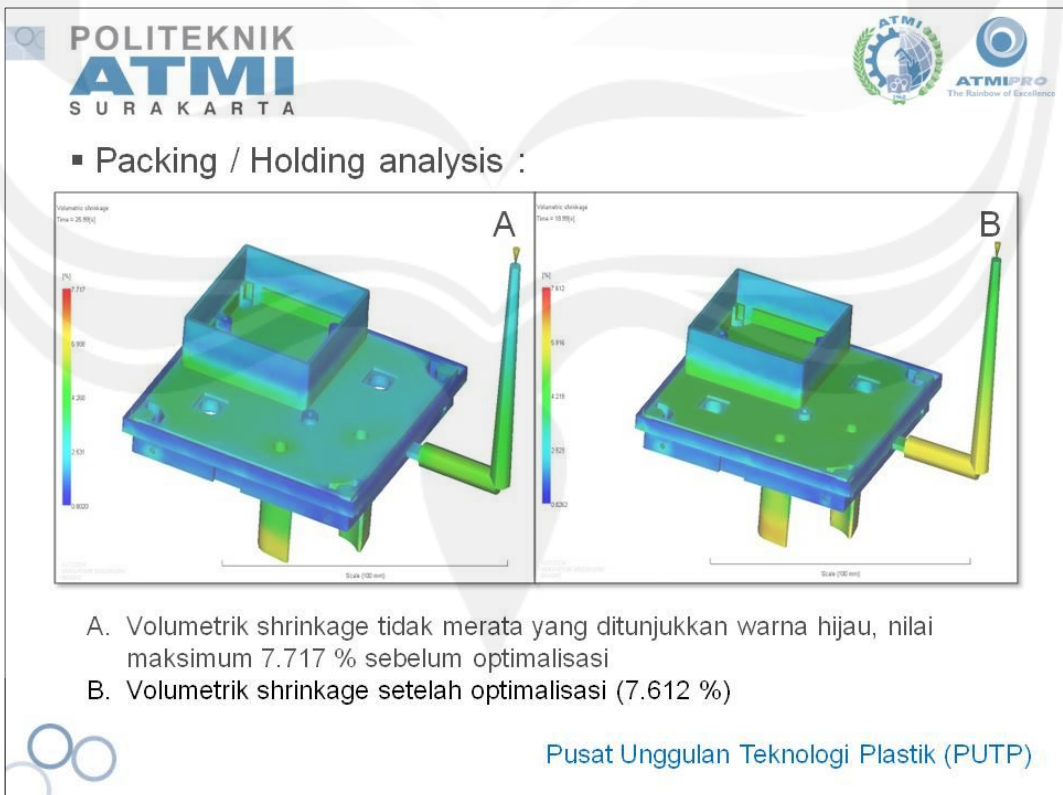
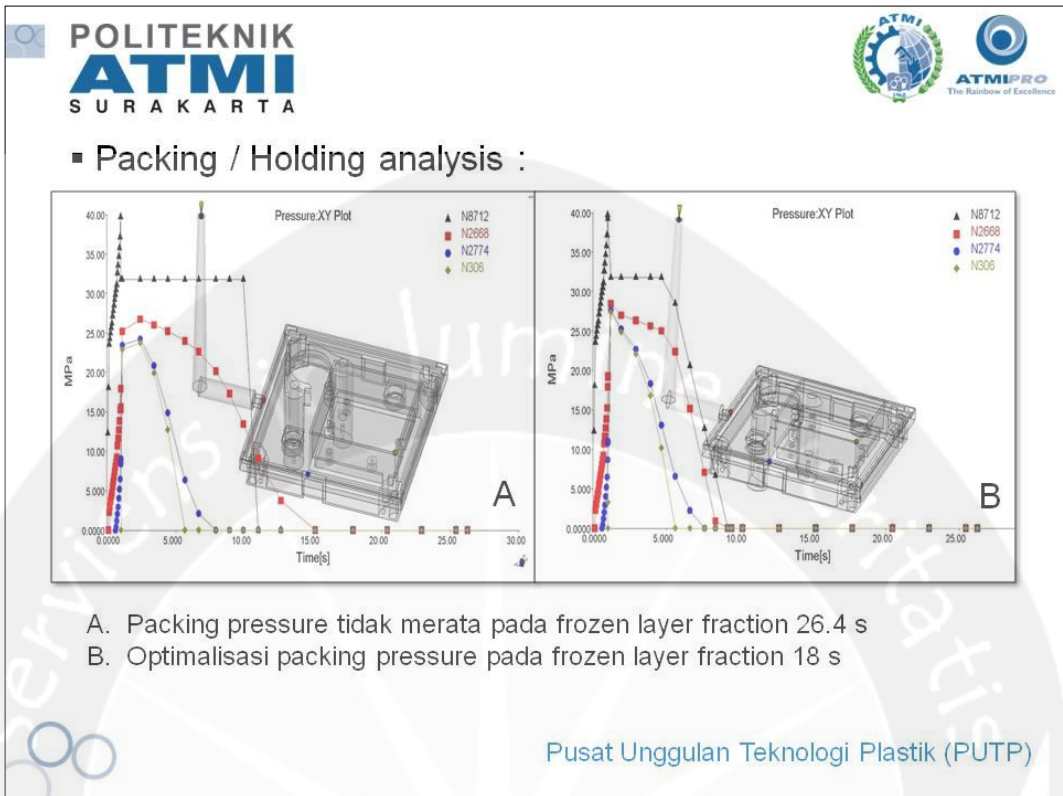
■ Weld line :



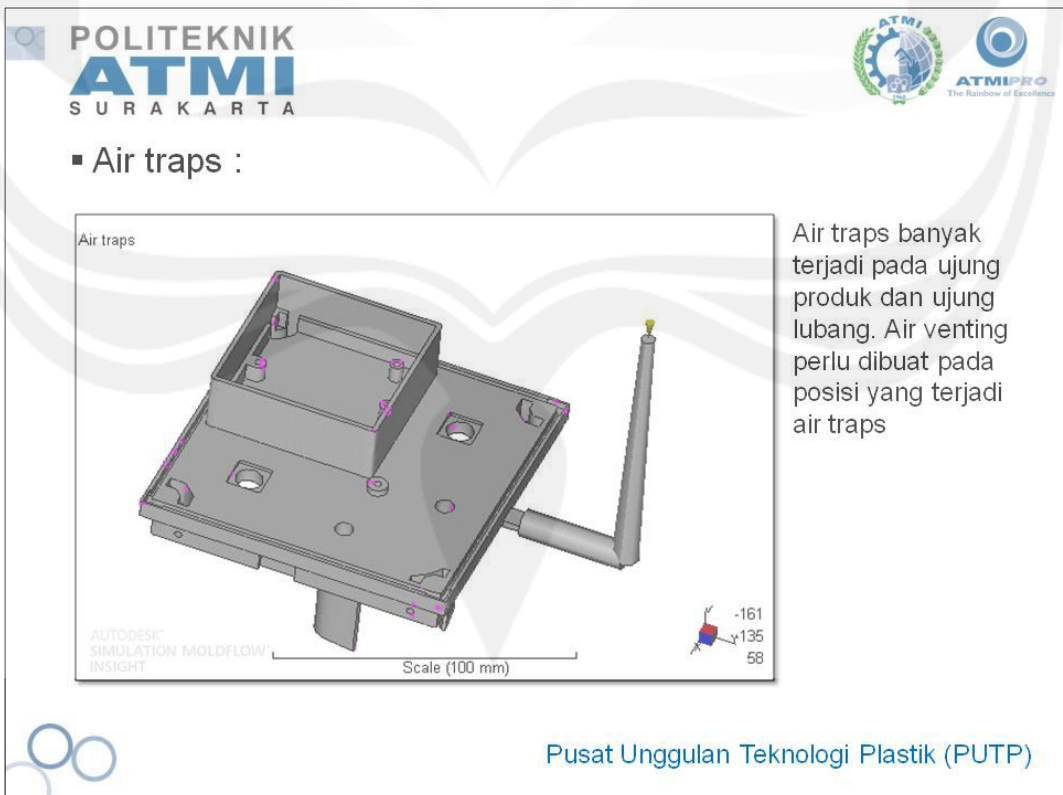
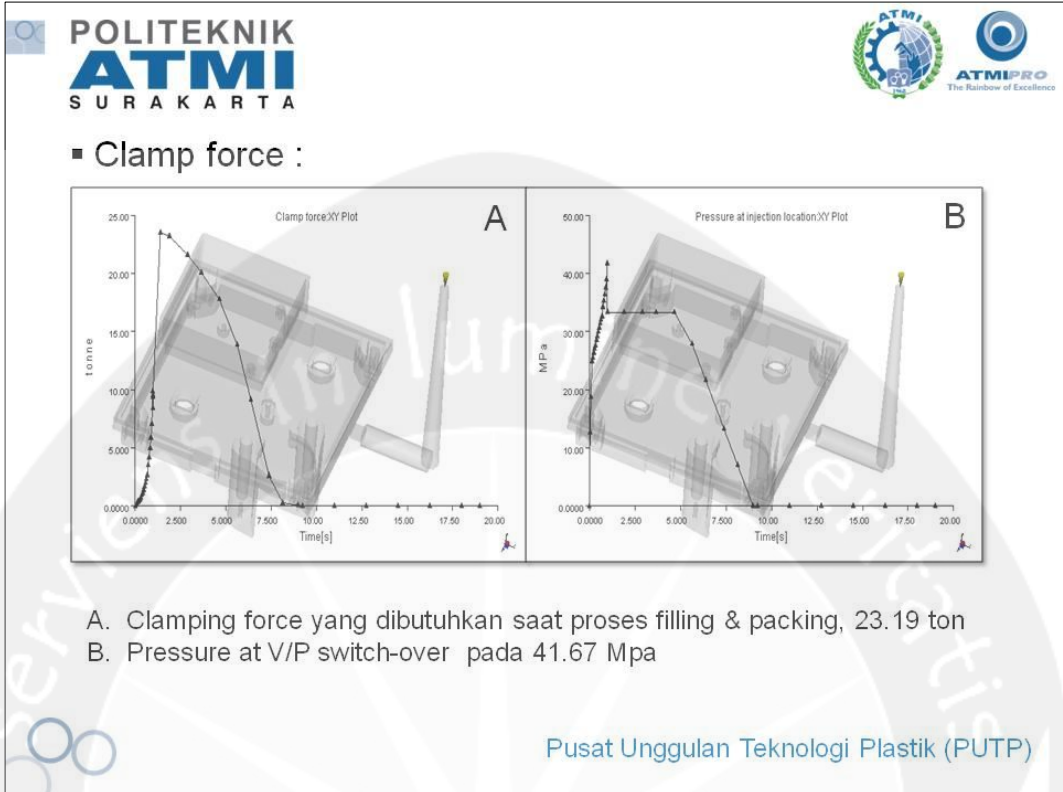
- A. Lokasi weld line pada analisa awal dengan  $T_{melt}$ . 230 °C dan  $T_{inj}$ . 1.487 s  
B. Optimalisasi kualitas dengan mengurangi weld line pada  $T_{melt}$ . 235 °C dan  $T_{inj}$ . 1 s

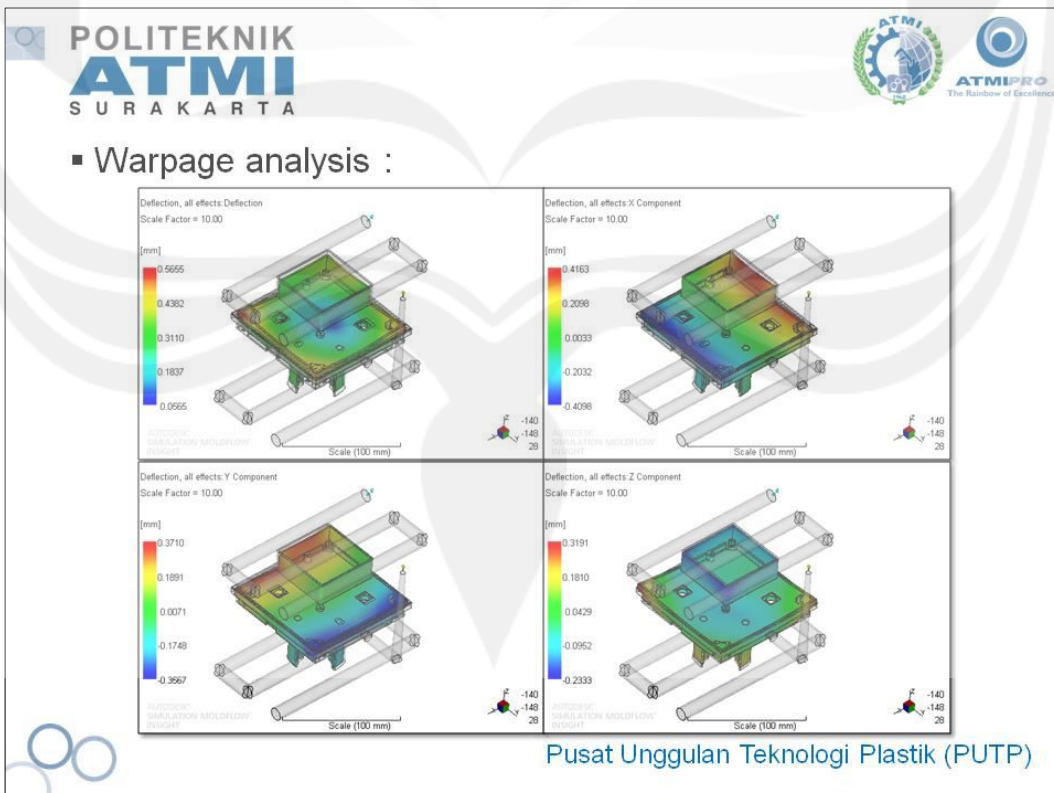
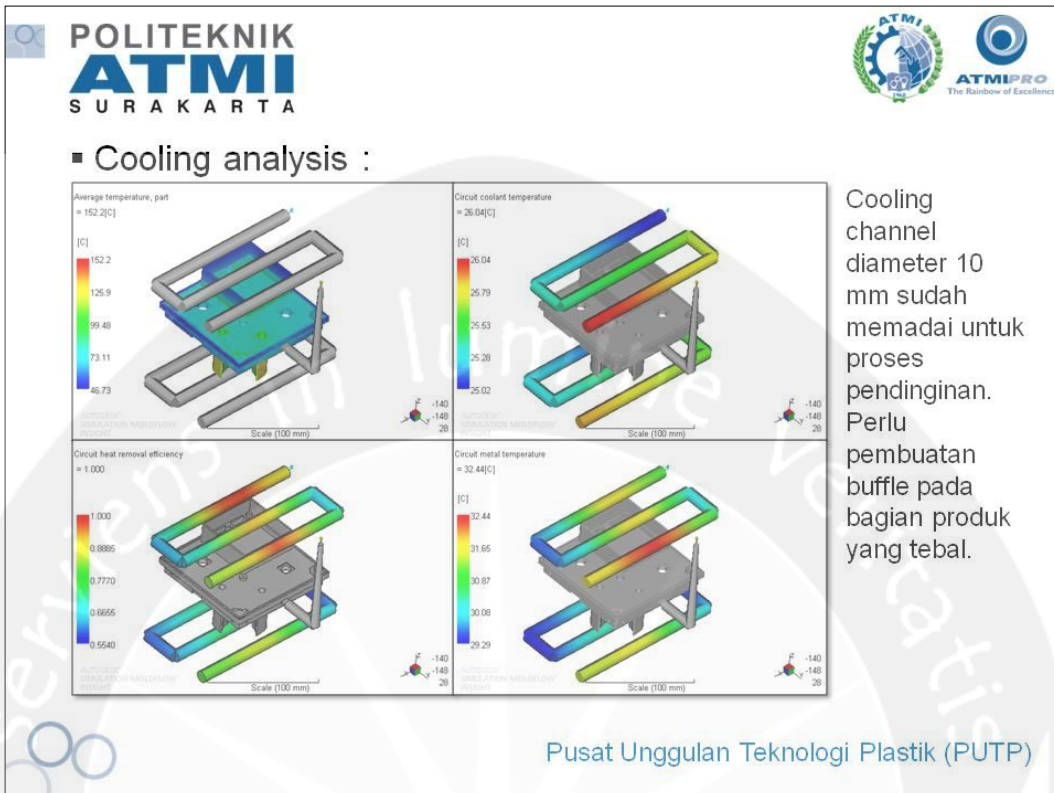
Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP)















**POLITEKNIK  
ATMI**  
SURAKARTA

▪ Data hasil analisis :

**Informasi Umum**

*Project Name*

*Version*

*Processing Type*

*Machine Name*

*Material Name*

**Spesifikasi Mesin**

*Maximum injection Pressure*

*Screw intensification ratio*

*Machine response time*

*Machine maximum clamp force*

**Setting Suhu**

*Melt temperature*

*Mold cavity side temperature*

*Mold core side temperature*

= Base\_plate\_study

= Moldflow Plastic Insight 2015

= Thermoplastics injection molding

= Toshiba EC100SX

= ABS HG-173 : LG Chemical

= 100 Mpa

= 10

= 0.2 s


= 100 tonne



= 235<sup>0</sup> C

= 70<sup>0</sup> C

= 70<sup>0</sup> C

Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP)


**POLITEKNIK  
ATMI**  
SURAKARTA

▪ Data hasil analisis :

**Setting Injeksi**

*Injection control method*

*Injection time*

*Nominal flow rate*

*Packing presse profile*

*Cooling time*

*Cycle time*

*Part volume to be filled*

*Sprue/runner/gate volume to be filled*

*Total volume (part + cold runners)*

*Total weight (part + runners) - during filling*

*Total weight end of packing*

*Maximum Clamp force - during filling*

= Injection time

= 1.0080 s

= 46.2861 cm<sup>3</sup>/s

Duration (s)	Pressure (Mpa)
0.2000	32.1794
4.0000	32.1794
4.0000	0.0000

= 9.7815 s

= 18.9895 s

= 42.3567 cm<sup>3</sup>

= 3.9294 cm<sup>3</sup>


= 46.2861 cm<sup>3</sup>



= 42.1315 g

= 44.0036 g

= 9.8348 tonne

Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP)


**POLITEKNIK  
ATMI**  
SURAKARTA

▪ **Data hasil analisis :**


**Hasil Flow analisis**



<i>Fill time</i>	= 1.0080 s
<i>Pressure at V/P switch-over</i>	= 41.67 Mpa
<i>Temperature at flow front</i>	= 231 <sup>0</sup> C
<i>Maximum clamp force required</i>	= 23.19 tonne
<i>Volumetric shrinkage</i>	= 7.612 %
<i>Volumetric shrinkage at ejection</i>	= 6.536 %
<i>Time to reach ejection temperature</i>	= 72.24 s
<i>Sink-mark</i>	= 4.492 %
<i>Shear stress at wall</i>	= 0.175 Mpa
<i>Shear rate</i>	= 1379.4 (1/s)
<i>Throughput</i>	= 47.73 cm <sup>3</sup>

**Hasil Cool Analisis**

<i>Circuit coolant temperature</i>	= 25.02 <sup>0</sup> C - 26.04 <sup>0</sup> C
<i>Circuit flow rate</i>	= 4.234 lit/min
<i>Circuit metal temperature</i>	= 29.29 <sup>0</sup> C - 32.44 <sup>0</sup> C
<i>Circuit pressure</i>	= 0.216 kpa - 2.701 kpa
<i>Average temperature, part</i>	= 46.73 <sup>0</sup> C - 152.2 <sup>0</sup> C
<i>Average temperature, cold runner</i>	= 32.51 <sup>0</sup> C - 157.6 <sup>0</sup> C

Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP)


**POLITEKNIK  
ATMI**  
SURAKARTA

▪ **Data hasil analisis :**

**Hasil Warp Analisis**

<i>Deflection, all effects</i>	= 0.0565 mm - 0.5655 mm
<i>Deflection, X components</i>	= -0.4098 mm - 0.4163 mm
<i>Deflection, Y components</i>	= -0.3567 mm - 0.3710 mm
<i>Deflection, Z components</i>	= -0.2333 mm - 0.3191 mm

▪ **Conclusion :**

1. Parameter proses optimal hasil analisis moldflow adalah
  - Mold temperature 70 °C
  - Melt temperature 235 °C
  - Injection pressure 100 Mpa
  - Injection time 1.008 s
  - Cooling time 9.7815 s
  - Cycle time 18.9895 s
2. Runner system menggunakan cold runner dan side runner location
3. Pembuatan air venting untuk bagian-bagian yang terjadi air traps
4. Weld line perlu verifikasi trial untuk performansi
5. Shrinkage perlu verifikasi trial untuk dimensi

Pusat Unggulan Teknologi Plastik (PUTP)

## Lampiran 2.

### KUESIONER

#### untuk *Stakeholders*/Industri

Berikan tanda (✓) pada jawaban yang sesuai

#### 1. KARAKTERISTIK PERUSAHAAN/INSTANSI

1.1 Nama Perusahaan/Instansi : .....

1.2 Alamat Perusahaan/Instansi : .....  
No. Telepon, Fax, Email : .....

1.3 Bidang usaha plastik perusahaan ini adalah:

- ☐ 1. Industri komponen otomotive  
☐ 2. Industri komponen elektronik  
☐ 3. Industri mold making  
☐ 4. Industri kemasan  
☐ 5. Lainnya, sebutkan: .....

1.4 Berapa jumlah tenaga kerja di instansi/perusahaan ini (termasuk di perwakilan/cabang)?

- ☐ 1. < 20 orang                      ☐ 3. > 100-500 orang  
☐ 2. > 20-100 orang              ☐ 4. > 500 orang

1.5 Berapa persentase lulusan diploma yang bekerja di instansi/perusahaan ini?

- ☐ 1. < 10%                      ☐ 3. > 25% - 50%  
☐ 2. > 10% - 25%              ☐ 4. >50 %

1.6 Jenis mesin produksi plastik yang digunakan?

- ☐ 1. Mesin Injeksi              ☐ 3. Mesin Thermoforming  
☐ 2. Mesin Ekstrusi              ☐ 4. Mesin lain: .....

1.7 Jenis mesin manufaktur yang digunakan?

- ☐ 1. Mesin Frais Konv.              ☐ 3. Mesin Erosi  
☐ 2. Mesin Milling CNC              ☐ 4. Mesin lain: .....

1.8 Jenis pengujian yang digunakan?

- ☐ 1. Mechanical testing      ☐ 3. Thermal testing  
☐ 2. Optical testing      ☐ 4. Lainnya: .....

1.9 Jenis prototyping yang digunakan?

- ☐ 1. 3D printing      ☐ 3. Lainnya: .....  
☐ 2. 3D scanning

2. **SOFTWARE DESAIN DAN ANALISA YANG DIGUNAKAN**

Software CAD / CAM dan CAE banyak digunakan dalam manufaktur plastik untuk mempercepat proses produksi. Mohon masukan tentang software desain dan analisa yang digunakan sesuai kebutuhan perusahaan.

2.1. Jenis software desain yang digunakan di perusahaan ini?

- ☐ 1. CATIA      ☐ 3. AutoCAD  
☐ 2. Solidworks      ☐ 4. Lainnya: .....

2.2. Jenis kegiatan perancangan yang dilakukan di perusahaan ini?

- ☐ 1. Product Design      ☐ 3. Mold Design  
☐ 2. Sheet metal design      ☐ 4. Die Design

2.3. Jenis software analisa CAE yang digunakan di perusahaan ini?

- ☐ 1. MoldFlow      ☐ 3. ABAQUS  
☐ 2. ANSYS      ☐ 4. Tidak ada / Lainnya: .....

2.4. Bila telah menggunakan analisa CAE Moldflow, apakah berguna bagi perusahaan ini?

- ☐ 1. Ya      ☐ 2. Tidak

2.5. Hasil Analisa moldflow yang didapatkan di perusahaan ini dari mana?

- ☐ 1. Pemakaian software      ☐ 3. Dari supplier mold  
☐ 2. Jasa Vendor analisis      ☐ 4. Lainnya: .....

2.6. Silahkan menuliskan manfaat analisa CAE moldflow di perusahaan ini bagi peningkatan kualitas produksi!



### Lampiran 3.

#### HASIL KUESIONER UNTUK STAKEHOLDER / INDUSTRI

##### 1. KARAKTERISTIK PERUSAHAAN/INSTANSI

- 1.1 Nama Perusahaan/Instansi : lampiran 4.  
1.2 Alamat Perusahaan/Instansi : lampiran 4.  
No. Telepon, Fax,Email : lampiran 4.  
1.3 Bidang usaha plastik perusahaan ini adalah:

No	Bidang Usaha Perusahaan	Jumlah
1	Industri komponen otomotive	6
2	Industri komponen elektronik	4
3	Industri mold making	4
4	Industri kemasan	5
5	Industri alat pertanian	1
Total responden		20

- 1.4 Berapa jumlah tenaga kerja di instansi/perusahaan ini (termasuk di perwakilan/cabang)?

< 20 orang	0
> 20 - 100 orang	1
> 100 - 500 orang	8
> 500 orang	11

- 1.5 Berapa persentase lulusan diploma yang bekerja di instansi/perusahaan ini?

< 10%	3
> 10% - 25%	5
> 25% - 50%	11
> 50%	1

- 1.6 Jenis mesin produksi plastik yang digunakan?

Mesin Injeksi	16
Mesin Ekstrusi	1
Mesin Thermoforming	4
Mesin lain	7

- 1.7 Jenis mesin manufaktur yang digunakan?

Mesin frais konv.	4
Mesin Milling CNC	15
Mesin Erosi	7
Mesin Lain	18

1.8 Jenis pengujian yang digunakan?

Mechanical testing	14
Optical testing	2
Thermal Testing	4
Test Lainnya	2

1.9 Jenis prototyping yang digunakan?

3D Printing	11
3D Scanning	1
Lainnya / tidak ada	9

2. **SOFTWARE DESAIN DAN ANALISA YANG DIGUNAKAN**

Software CAD / CAM dan CAE banyak digunakan dalam manufaktur plastik untuk mempercepat proses produksi. Mohon masukan tentang software desain dan analisa yang digunakan sesuai kebutuhan perusahaan.

2.1. Jenis software desain yang digunakan di perusahaan ini?

Catia	4
Solidwork	13
Autocad	11
CAD Lainnya	3

2.2. Jenis kegiatan perancangan yang dilakukan di perusahaan ini?

<i>Plastik product desain</i>	19
<i>Sheet metal design</i>	4
<i>Mold design</i>	14
<i>Die design</i>	8

2.3. Jenis software analisa CAE yang digunakan di perusahaan ini?

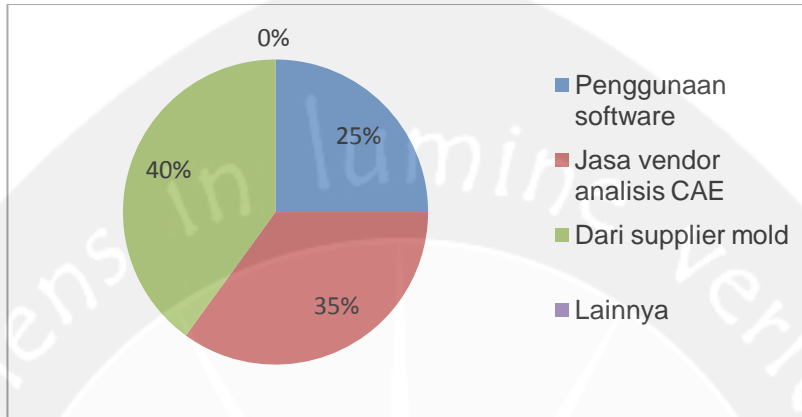
moldflow	14
ansys	2
abaqus	0
tidak ada	4

2.4. Bila telah menggunakan analisa CAE Moldflow, apakah berguna bagi perusahaan ini?

Ya	16
Tidak	0

2.5. Hasil Analisa moldflow yang didapatkan di perusahaan ini dari mana?

Penggunaan software	5
Jasa vendor analisis CAE	7
Dari supplier mold	8
Lainnya	0



2.6. Silahkan menuliskan manfaat analisa CAE moldflow di perusahaan ini bagi peningkatan kualitas produksi!

No	Manfaat Analisa CAE moldflow bagi perusahaan
1	Prediksi cacat sebelum pembuatan mold
2	Optimasi setting parameter proses injeksi
3	Data mold dan setting mesin injeksi
4	Mengetahui dan mengatasi cacat produksi
5	Data verifikasi mold baru
6	Penanggulangan / preventif pada cacat produk
7	Sebagai panduan pembuatan mold
8	Mempercepat proses trial
9	Memperkecil jumlah kegagalan produk saat trial
10	Problem solving kegagalan injeksi
11	Parameter setting mesin injeksi
12	Verifikasi desain produk
13	Jaminan kepada customer
14	Mengganti proses trial and error
15	Analisa masalah pada mold dan produk

**Lampiran 4.**

**DAFTAR SEBARAN KUESIONER AKAN MANFAAT ANALISIS CAE BAGI INDUSTRI PLASTIK**

<b>NO</b>	<b>CONTACT PERSON</b>	<b>PERUSAHAAN</b>	<b>ALAMAT SURAT</b>	<b>NO TELP.</b>
1	Bp. Yesaya Budi S	Sinar Agung Selalu Sukses	Jl. Solo-Sragen KM 7,7 Karanganyar, Jateng	0271-821474
2	Bp. Maternus F. L.	PT. Hartono Istana Teknologi	Jl. KHR Asnawi PO BOX 126, Kudus 59332, Jateng	0291-433255
3	Bp. Giyarto	Pilar Kekar Plasindo	Jl. Ir Sutami No. 47, Jebres, Solo 57126	0271-643151
4	Bp. Tamsiyo	Indoplast	Jl. Sumpah Pemuda No. 4, Solo	0271-855655
5	Bp. Erasmus Weni	Hidup Baru Plasindo	Jl. Raya Grogol 175, Bacem, Sukoharjo	0271-620929
6	Bp. Dony M	King Manufacture	Jl. Kepatihan No. 4 RT 03 RW 02, Surakarta	0271-783029
7	Bp. Listyanto G	PT.Starlight Prime Thermoplast	Jl. Raya Magelang Km 17, PO BOX 102, Sleman, Yogyakarta	0274-868783
8	Bp. Petrus Tedja H	PT. Yogya Presisi Teknikatama Industri	Jl. Kabupaten Dhuri, Tirtomartani, Kalasan, Sleman	0274-498282
9	Bp. Didik	PT. Dynaplast	Jl. M.H Thamrin No.1, Lippo Karawaci, Tangerang, Jabar 15811	021-54631111
10	Bp. Andreas P	PT. Indonesia Stanley Electric	Jl. Bhumimas I No 17 Kaw. Industri Cikupamas, Tangerang 15001	081281491555
11	Bp. Johny Wijaya	PT. E-T-A Indonesia	Jl.Berbek Industri III No.5 Sidoarjo 61256	031-8496226
12	Bp. Dwi Yanto B	PT. Dharma Poliplast	Jl. Meranti 1 Blok L1 - 1, Kaw. Delta Silicon Ind. Park, Bekasi 17550	021-37330810
13	Mr. Itsuo Tanigawa	IMDIA	Jl. Raya Bogor Km. 29, Graha Manajemen YPMG, Jakarta 13710	021-8702852
14	Bp. Joko Suprayitno	PT. ATMI IGI	Jl. Mojo No.1, Karangasem, Layewan, Surakarta	0271-714466
15	Bp. Budi Susanto S	The Indonesian Olefin Aromatic & Plastic Industry Association	Jl. Let. Jend S. Parman Kav 22 - 24, Grand Slipi Tower, Jakarta 11480	021-29021945
16	Bp. Aryo Danang K	CV. Karya Hidup Sentosa	Jl. Magelang 144, Yogyakarta	0274-512095
17	Bp. Ifan	PT. ASTRA HONDA MOTOR	Jl. Pulo Ayang Kav. FF II Kawasan Industri Pulo Gadung, Jaktim	021-4602574
18	Bp. Ragil	PT. ANUGERAH PLASTINDO	Jl. Cendrawasih No. 45 Kampung Sawah Lama, Ciputat, Tangerang	021-7414486
19	Bp. Rio Bangun S	PT. PANGGUNG ELECTRIC CITRABUANA	Jl. Raya Waru No.1, Sidoarjo, Jawa Timur 61256	031-8534567
20	Bp. Tri Joko I.	PT. ASTRA OTOPARTS (Div. Adiwira Plastik)	Jl. Raya Jakarta Bogor Km. 47,Nanggawer Mekar, Cibinong 16912	021-8754241

## Lampiran 5.

### KUESIONER untuk *PUTP / WORK INJECTION*

Berikan tanda (✓) pada jawaban yang sesuai

#### 1. IDENTITAS RESPONDEN

Nama Lengkap : .....

NIK : .....

Departemen / Section : .....

#### 2. Apakah anda mengetahui mengenai mesin Injeksi plastik?

☐ 1. Ya ☐ 2. Tidak

#### 3. Apakah anda mengerti cara mengoperasikan mesin injeksi plastik?

☐ 1. Ya ☐ 2. Tidak

#### 4. Jika anda mengerti cara mengoperasikan mesin injeksi plastik, menurut anda, hal apa saja yang mempengaruhi kinerja mesin injeksi plastik? (Dapat lebih dari 1 jawaban)

☐ 1. *Plastic material*

☐ 2. *Mold-open time*

☐ 3. *Mold temperature*

☐ 4. *Melt temperature*

☐ 5. *Injection time*

☐ 6. *Injection pressure*

☐ 7. *Packing time*

☐ 8. *Packing pressure*

☐ 9. *Cooling time*

☐ 10. *Cooling temperature*

☐ 11. *Lainnya.....*

5. Menurut anda, apakah faktor *melt temperature* mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

☐ 1. Ya ☐ 2. Tidak

Mohon berikan alasannya .....

6. Menurut anda, apakah faktor *mold temperature* mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

☐ 1. Ya ☐ 2. Tidak

Mohon berikan alasannya .....

7. Menurut anda, apakah faktor *Injection pressure* mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

☐ 1. Ya ☐ 2. Tidak

Mohon berikan alasannya .....

8. Menurut anda, apakah faktor *Injection time* mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

☐ 1. Ya ☐ 2. Tidak

Mohon berikan alasannya .....

9. Menurut anda, apakah faktor *Cooling time* mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

☐ 1. Ya ☐ 2. Tidak

Mohon berikan alasannya .....

10. Menurut anda, apakah jenis plastik yang berbeda-beda mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

☐ 1. Ya ☐ 2. Tidak

Mohon berikan alasannya .....



11. Menurut anda, apakah ketebalan plastik yang berbeda-beda mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

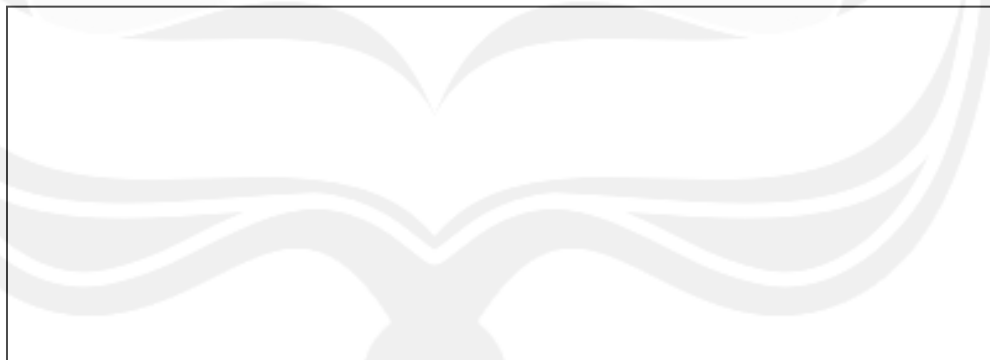
☐ 1. Ya ☐ 2. Tidak

Mohon berikan alasannya .....

12. Menurut anda, cacat produksi apa saja yang terjadi dalam proses injeksi plastik? (Dapat lebih dari 1 jawaban )



13. Menurut anda, selain faktor/ parameter yang sudah disebutkan diatas, adakah faktor lain yang mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik? (Dapat lebih dari 1 jawaban )



14. Menurut anda, apakah perlu bantuan software analisa untuk lebih mengetahui faktor yang berpengaruh?

☐ 1. Ya ☐ 2. Tidak

Mohon berikan alasannya .....

Atas partisipasi saudara dalam mengisi kuisisioner, peneliti mengucapkan banyak terima kasih.

## Lampiran 6.

### HASIL KUESIONER UNTUK PUTP / WORK INJECTION

#### 1. IDENTITAS RESPONDEN

NO	NAMA	JABATAN	DEPARTEMEN
1	Bapak Cahyo Budiantoro, ST.MSc.	Kepala Dept.	Pusat Unggulan Teknologi Plastik
2	Bapak Herda Agus Pamasaria, ST.	Perencanaan	Pusat Unggulan Teknologi Plastik
3	Bapak Bondan Wiratmoko, ST.	Kepala Desain	Mold Desain Teknik Perancangan Mesin
4	Bapak Suryadi	Kepala Mold	Mold Maker IGI
5	Bapak Andika Vipi Pradipta	Kepala produksi	Work Injection (injection plastik production)

#### 2. Apakah anda mengetahui mengenai mesin Injeksi plastik?

YA	5
TIDAK	0

#### 3. Apakah anda mengerti cara mengoperasikan mesin injeksi plastik?

YA	5
TIDAK	0

#### 4. Jika anda mengerti cara mengoperasikan mesin injeksi plastik, menurut anda, hal apa saja yang mempengaruhi kinerja mesin injeksi plastik? (Dapat lebih dari 1 jawaban)

<i>Plastic material</i>	5	<i>Injection pressure</i>	5
<i>Mold-open time</i>	5	<i>Packing time</i>	5
<i>Mold temperature</i>	5	<i>Packing pressure</i>	5
<i>Melt temperature</i>	5	<i>Cooling time</i>	5
<i>Injection time</i>	5	<i>Cooling pressure</i>	5

#### 5. Menurut anda, apakah faktor *melt temperature* mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

YA	5
TIDAK	0

Bila terlalu tinggi, material akan terbakar, bila terlalu rendah, material dingin lebih cepat dan flow material menjadi jelek.

#### 6. Menurut anda, apakah faktor *mold temperature* mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

YA	5
TIDAK	0

Semakin panas, surface produk semakin gelap, weld-line minimal, cooling harus efektif.

7. Menurut anda, apakah faktor *Injection pressure* mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

YA	5
TIDAK	0

Bila terlalu rendah akan muncul sink-mark, bila terlalu tinggi akan overpack

8. Menurut anda, apakah faktor *Injection time* mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

YA	5
TIDAK	0

Bila rendah maka akan shot shot, bila tinggi maka cycle time lama

9. Menurut anda, apakah faktor *Cooling time* mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

YA	5
TIDAK	0

Bila rendah, produk belum dingin sempurna, bila tinggi/panjang, memperlama cycle time dan mempengaruhi kualitas shrinkage produk.

10. Menurut anda, apakah jenis plastik yang berbeda-beda mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

YA	5
TIDAK	0

Beda material beda karakter, bisa di lihat pada material data spec atau Material Flow Index (MFI)

11. Menurut anda, apakah ketebalan plastik yang berbeda-beda mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik?

YA	5
TIDAK	0

Ketebalan mempengaruhi flow material plastik yang mempunyai sifat non-newtonian

12. Menurut anda, cacat produksi apa saja yang terjadi dalam proses injeksi plastik? (Dapat lebih dari 1 jawaban )

Weld-line, sink-mark, bubble, flashing, warpage, jetting, flow-mark, shrinkage

13. Menurut anda, selain faktor/ parameter yang sudah disebutkan diatas, adakah faktor lain yang mempengaruhi hasil cetakan dari mesin injeksi plastik? (Dapat lebih dari 1 jawaban )

Post cooling down, Produk handling pasca inject, draft (sisi miring) dari wall design mold.

14. Menurut anda, apakah perlu bantuan software analisa untuk lebih mengetahui faktor yang berpengaruh?

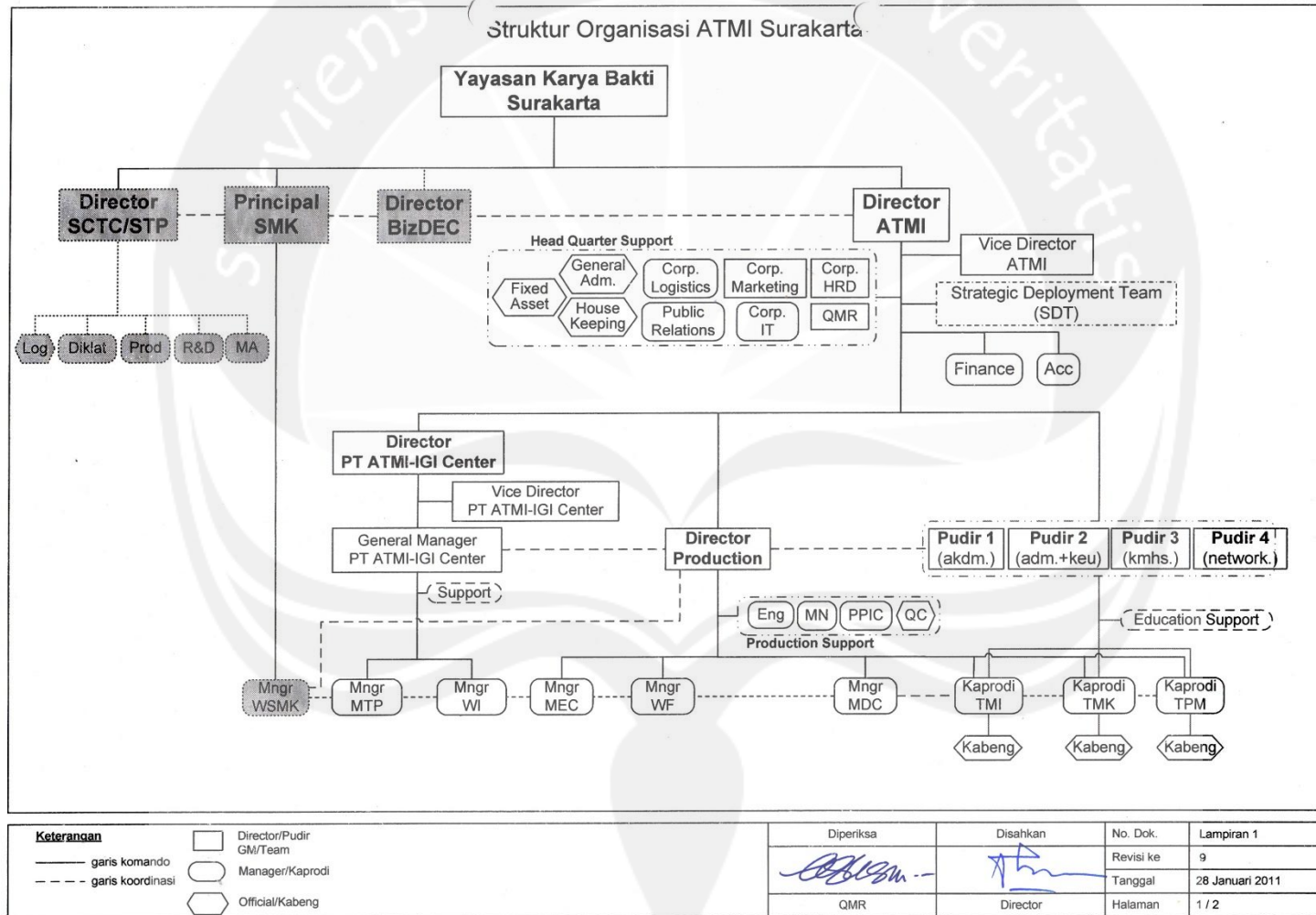
YA	5
TIDAK	0

Untuk mengurangi atau meminimalkan loss selama trial atau eksperimen dan mendapatkan prediksi cacat produk untuk mengoptimalkan mold serta mendapat setting parameter mesin yang terbaik

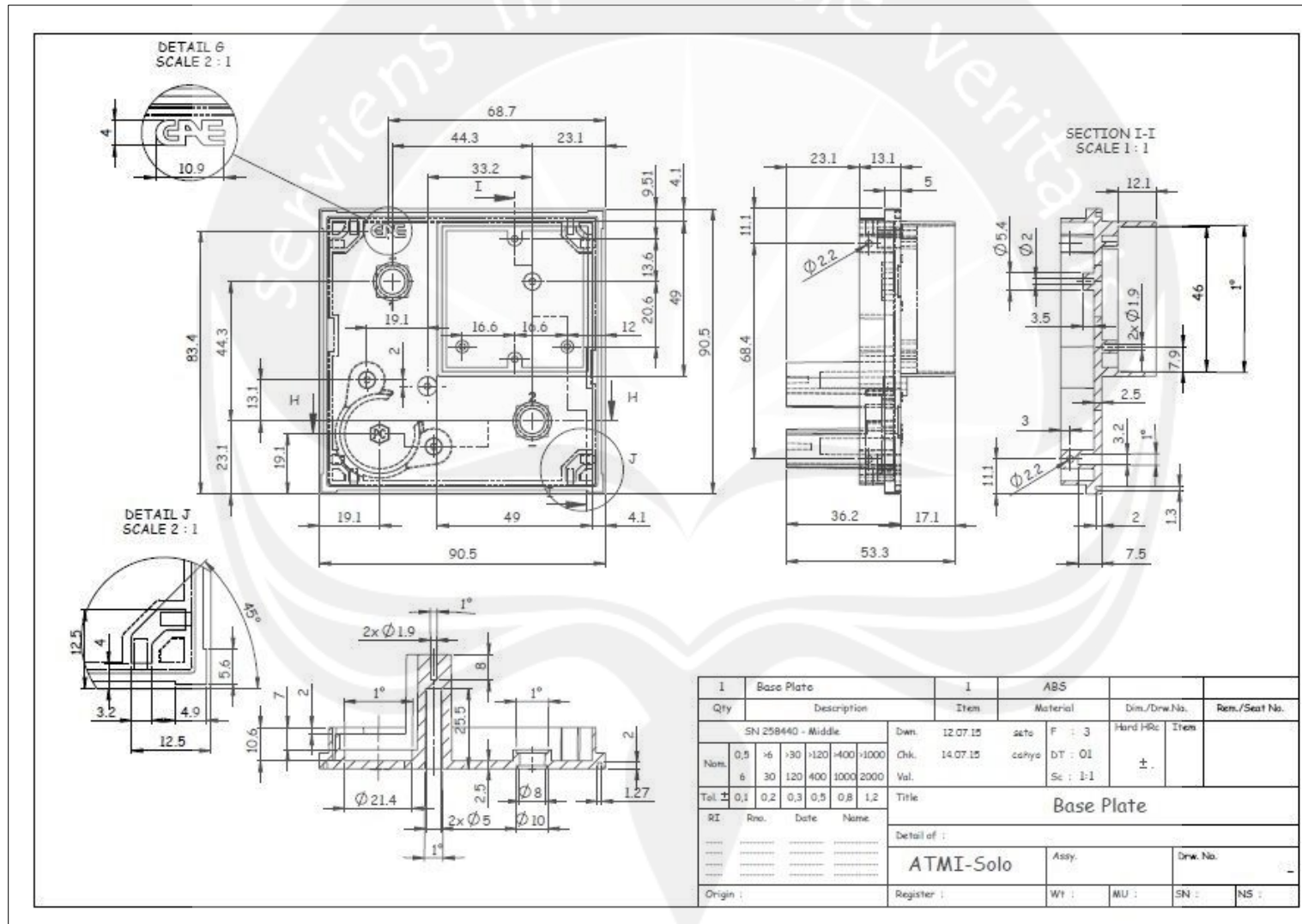
Atas partisipasi saudara dalam mengisi kuisioner, peneliti mengucapkan banyak terima kasih.



Lampiran 7.



# Lampiran 8.





Lampiran 9.

ATMIFRO		WORK INJECTION DEPARTMENT	PARAMETER INJEKSI		F.W.11 0/290909
Akademi Teknik Mesin Industri (ATMI) Surakarta					
<p>Product name: <u>Base Plate</u></p> <p>Customer: <u>Gra. etc.</u></p> <p>Item no.:</p> <p>Mold name: <u>Base Plate</u></p> <p>No. Cavity: <u>1 Cavity</u></p> <p>Machine: <u>Toshiba 100 ton</u></p> <p>Barel type:</p> <p>Inject. Side Temp.:</p> <p>Eject. Side Temp.:</p>	<p>Material: <u>ABS H6 Series</u></p> <p>Weight of { product @ inject. part 1 shot: <u>42,4</u> <u>3,9</u> <u>46,3</u></p> <p>Color: <u>Black</u></p> <p>Component: 1 2</p> <p>Hopper Temperature: <u>70°C</u></p> <p>Drying time: <u>2 jam</u></p> <p>Cycle time: <u>20</u></p>				
<p>Type of Nozzle: <u>Open</u>      Temperature Barel: 6 <u>220°C</u> 5 <u>218°C</u> 4 <u>210°C</u> 3 <u>195°C</u> 2 <u>180°C</u> 1</p>					
<p><b>Clamp Cells Set</b></p> <p>Close mold slow: pressure <u>45 bar</u> speed <u>30 m/s</u> position <u>120 mm</u></p> <p>Close mold high: pressure <u>80 bar</u> speed <u>40 m/s</u> position <u>110 mm</u></p> <p>Close mold mind: pressure <u>80 bar</u> speed <u>35 m/s</u> position <u>60 mm</u></p> <p>Close mold low pressure: pressure <u>20 bar</u> speed <u>25 m/s</u> position <u>10 mm</u></p> <p>Close mold high pressure: pressure <u>90 bar</u> speed <u>30 m/s</u> position <u>  </u> time/number <u>  </u></p>			<p><b>Injection Cells Set</b></p> <p>Nozzle advance: pressure <u>  </u> speed <u>  </u> position <u>  </u></p> <p>Injection step 1: pressure <u>95 bar</u> speed <u>30 m/s</u> position <u>35 mm</u> time/number <u>3,8</u></p> <p>2: pressure <u>92 bar</u> speed <u>32 m/s</u> position <u>5 mm</u> time/number <u>  </u></p> <p>3: pressure <u>  </u> speed <u>  </u> position <u>  </u> time/number <u>  </u></p> <p>Injection holding: pressure <u>40 bar</u> speed <u>18 m/s</u> time/number <u>1,5</u></p> <p>2: pressure <u>35 bar</u> speed <u>18 m/s</u> time/number <u>1,5</u></p>		
<p><b>Open Mold and Ejection Cells Set</b></p> <p>Nozzle retrac: pressure <u>  </u> speed <u>  </u> position <u>  </u> time/number <u>  </u></p> <p>Open mold front slow speed: pressure <u>40 bar</u> speed <u>25 m/s</u> position <u>15 mm</u> time/number <u>  </u></p> <p>Open mold high speed: pressure <u>35 bar</u> speed <u>30 m/s</u> position <u>30 mm</u> time/number <u>  </u></p> <p>Open mold back slow speed: pressure <u>30 bar</u> speed <u>35 m/s</u> position <u>80 mm</u> time/number <u>  </u></p> <p>Ejection advance: eject stop <u>35 bar</u> pressure <u>25 m/s</u> speed <u>  </u> count <u>1</u></p> <p>Ejection retrac: eject stop <u>30 bar</u> pressure <u>30 m/s</u> speed <u>  </u> count <u>1</u></p>			<p><b>Screw Rotate Cells Set</b></p> <p>Cooling time/number <u>10</u>      Volume <u>60</u></p> <p>Back suck back: pressure <u>40 bar</u> speed <u>30 m/s</u> time/number <u>5 mm</u> position <u>  </u></p> <p>Front suck back: pressure <u>  </u> speed <u>  </u> time/number <u>  </u> position <u>  </u></p> <p>Screw step 1: pressure <u>95 bar</u> rotation <u>45 rpm</u> time/number <u>12 mm</u> back press <u>  </u></p> <p>2: pressure <u>80 bar</u> rotation <u>40 rpm</u> time/number <u>60 mm</u> back press <u>  </u></p>		
<p><b>WORK PLAN</b></p> <p>How to cut: <u>  </u></p> <p>How to remove flash: <u>  </u></p> <p>How to package: <u>  </u></p> <p>Quality inspection: <u>- produk sudah tidak flash</u> <u>- shrinkage bagus pada produk - 12</u></p>			<p><b>Core Modulate Mold Cells Set</b></p> <p>Core in 1: pressure <u>  </u> speed <u>  </u> position <u>  </u> time/number <u>  </u></p> <p>2: pressure <u>  </u> speed <u>  </u> position <u>  </u> time/number <u>  </u></p> <p>Core out 1: pressure <u>  </u> speed <u>  </u> position <u>  </u> time/number <u>  </u></p> <p>2: pressure <u>  </u> speed <u>  </u> position <u>  </u> time/number <u>  </u></p> <p>Blow time: <u>  </u>      Delay time: <u>  </u></p>		
<p>Validated by: <u>[Signature]</u></p> <p>Checked by: <u>[Signature]</u></p>			<p>Date: <u>03/08/15</u></p> <p>Settered by: <u>[Signature]</u></p>		
<p>Take product time: <u>  </u>      Used time total: <u>  </u></p>			<p>  </p>		

Lampiran 10.

Table 8.2 Control values for processing						
Material	Nozzle-side cylinder temperature <sup>1, 2</sup> (°C)	Mould temperature (°C)	Injection pressure (Bar)	Holding pressure (Bar)	Back pressure (Bar)	Remarks, see footnotes
PS	160-230	20-80	650-1550	350-900	40-80	
SB	160-250	50-80	650-1550	350-900	40-80	
SAN	200-260	40-80	650-1550	350-900	40-80	
ABS	180-260	50-85	650-1550	350-900	40-80	
PPO mod.	245-290	75-95	1000-1600	600-1250	60-90	
PVC - hard	160-180	20-60	1000-1550	400-900	40-80	3, 5, 8
PVC - soft	150-170	20-60	400-1550	300-600	40-80	3, 5, 8
CA	165-225	60-80	650-1350	400-1000	40-80	3, 4, 8
CAB	160-190	60-80	650-1350	400-1000	40-80	3, 4, 8
CP	160-190	60-80	650-1350	400-1000	40-80	3, 4, 8
PMMA	220-250	20-90	1000-1400	500-1150	80-120	4
PC	290-320	85-120	1000-1600	600-1300	80-120	4
PES	320-390	100-160	900-1400	500-1100	80-120	4
PE - soft	210-250	20-40	600-1350	300-800	40-80	
PS - hard	250-300	20-60	600-1350	300-800	60-90	
PP	220-290	20-60	800-1400	500-1000	60-90	
PA 6,6	270-295 <sup>9</sup>	20-120	450-1550	350-1050	40-80	4, 8
PA 6	230-260 <sup>9</sup>	40-120	450-1550	350-1050	40-80	4, 8
PA 6,10	220-230 <sup>9</sup>	20-100	450-1550	350-1050	40-80	4, 8
PA 11	200-250 <sup>9</sup>	20-100	450-1550	350-1050	40-80	8
PA 12	200-250 <sup>9</sup>	20-100	450-1550	350-1050	60-90	
PA amorph.	260-300	70-100	900-1300	300-600	60-90	
POM	185-215	80-120	700-2000	500-1200	40-80	3, 8
PET	260-280	20-140	800-1500	500-1200	80-120	
PBT	230-270	20-60	800-1500	500-1200	80-120	
PPS	300-360	20-200	750-1500	350-750	40-80	
FEP	340-370	150				5
ETFE	315-365	80-120				5


1. If no other empirical values are available: nozzle temperature = set nozzle-side cylinder temperature. Cylinder temperatures falling in direction of material throat, drop of 5-10 °C for each heating zone; max. temperature difference between nozzle-side and throat 20 °C. For more than 2 heating zones, set nozzle-side heating zone and the following to same temperature.
2. For heat-sensitive compounds set higher temperatures only for short cycle times (shorter dwell time in cylinder).
3. Heat-sensitive.
4. Process only dry granules.
5. Do not use shut-off nozzles, only open nozzles.
6. Injection without non-return valve recommended.
7. Work only without non-return valve.
8. Work only with low back pressure.
9. To improve material feed behaviour: set temperature at same level or slightly rising towards throat.

## Lampiran 11.

Table 8.5 Temperatures for cylinder and mould: amorphous thermoplastics					
Injection material	Nozzle-side cylinder temperature (°C) <sup>1,2</sup>	Feed yoke temperature (°C) <sup>1,2</sup>	Mould temperature (°C)	Transition temperature (°C ca.)	Remarks, see footnotes
PS	160-230	30-35	20-60	90	
SB	160-250	30-35	20-60	85	4
SAN	200-260	30-35	40-80	100	4
ABS	180-260	30-35	40-85	105	4
PVC rigid	160-180	30-35	20-60	80	3, 5, 6, 7, 8, 10
PVC soft	150-170	30-35	20-40	55-75	3, 5, 8, 10
CA	185-225	30-35	30-60	100	3, 4, 8
CAB	160-190	30-35	30-60	125	3, 4, 8
CP	160-190	30-35	30-60	125	3, 4, 8
PMMA	220-250	35-45	60-110	105	4
PPE (PPO) mod.	240-290	35-45	70-120	120-130	3, 4, 11
PC	290-320	35-45	60-120	150	4, 11
PAR	350-390	45-65	120-150	190	4, 11
PSU	320-390	45-65	100-160	200	4, 11
PES	340-390	45-65	120-200	260	4, 11
PEI	340-425	45-65	100-175	220-230	4, 11
PAI	340-360	45-65	160-210	275	4, 11
PA amorph.	260-300	35-45	70-100	150-160	4
<p>If no other practical values are available: Set nozzle temperature – nozzle-side cylinder temperature. Cylinder temperature reduction approaching the feed zone by max 5-10 °C per heating zone; max. temperature difference between nozzle and feed side of 20 °C. Set the nozzle-side heater band and the following one to the same temperature with more than 2 heater zones.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Only set the upper temperature with a high shot count with a thermally sensitive material (shorter dwell time in the cylinder).</li> <li>2. Thermally sensitive!</li> <li>3. The granulate must be dried before processing!</li> <li>4. Do not use shut-off nozzles, only open nozzles!</li> <li>5. Injection without check valve recommended!</li> <li>6. Only operate with screw tips without check valves!</li> <li>7. Only operate with low back pressure!</li> <li>8. To improve the feed performance, set the same or a slightly higher cylinder temperature approaching the feed side.</li> <li>9. A corrosion protected cylinder unit (Arbid) is recommended.</li> <li>10. An abrasion proofed cylinder unit (Arbid) is recommended for processing of reinforced materials (e.g., fibre glass).</li> <li>11. With thermostat cooling water valves:  30...35 °C    2...3 scale markings  35...45 °C    3...4 scale markings  45...65 °C    4...5 scale markings</li> </ol>					




## Lampiran 12.



**INDUSTRIAL ENGINEERING CONFERENCE (IDEC)**  
ENHANCING MANUFACTURING SECTOR FOR SUSTAINABLE  
DEVELOPMENT OF OUR GLOBAL BUSINESS NETWORK

Sekretariat: Jl. Ir. Sutami 36A Surakarta 57126 telp/Fax: 0271-632110  
e-mail: bambangsuherdi\_ugm@yahoo.co.id, pringgo@ft.ums.ac.id



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET

---

Surakarta, 11 Agustus 2015

**No : ID010/IDEC/TH/UNS/2015**  
**Lamp : -**  
**Hal : Keterangan Penerimaan Abstrak**

Kepada Yth.  
Peneliti / Akademisi / Industri  
Kajian Keilmuan Teknik Industri  
Di tempat

*Assalaamu'alaikum wa Rahmatullaahi wa Barakaatuh.*  
Salam sejahtera bagi kita semua,

Segala puji bagi Allah yang telah melimpahkan berbagai karunia kepada kita semua, sehingga masih tetap dapat beraktivitas dan berkarya dalam lingkup keilmuan kita. Dengan ini kami panitia Seminar Nasional Call for Paper IDEC 2015 menerangkan bahwa, abstrak artikel ilmiah berikut ini

No : ID010  
Judul : Optimalisasi Proses Injeksi Plastik Menggunakan *Moldflow Dual-Domain* Pada Desain *Base Plate*  
Penulis : FX Seto Agung Riyanto, Paulus Wisnu Anggoro dan Cahyo Budiantoro  
Instansi : Universitas Atma Jaya Yogyakarta

**DITERIMA**

Dalam Seminar Nasional Industrial Engineering Conference (IDEC 2015) tanggal 9 September 2015. Untuk selanjutnya diharapkan penulis segera mengirimkan artikel lengkap ke alamat email: [idec@ft.ums.ac.id](mailto:idec@ft.ums.ac.id) dan segera melakukan pembayaran senilai Rp 550.000,00 (Mahasiswa) dan Rp 600.000,00 (Dosen, Praktisi, dll) bisa melalui transfer ke rekening BNI dengan no. rek 0376557247 a.n. Selvia Mayangsari. paling lambat pada tanggal 19 Agustus 2015.

Semoga surat keterangan ini dapat dipergunakan sebagaimana mestinya. Atas perhatian dan partisipasinya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalaamu'alaikum wa Rahmatullaahi wa Barakaatuh.*

Panitia,  
Industrial Engineering Conference IDEC 2015.

# OPTIMALISASI PROSES INJEKSI PLASTIK MENGGUNAKAN *MOLDFLOW*

## *DUAL-DOMAIN* PADA DESAIN *BASE PLATE*

Disusun Oleh :

FX. Seto Agung Riyanto

NIM : 13 16 07620

### INTISARI

*Base plate* adalah salah satu bagian dari terminal elektronik untuk industri. Terminal elektronik yang aman, tidak mudah rusak dan tahan terhadap cuaca menuntut bagian *base plate* mempunyai karakter yang kuat, ulet, tahan air, tahan terhadap suhu ekstrem, tahan karat dan mempunyai dimensi yang stabil ketika dirakit. *Base plate* merupakan produk baru yang akan diproduksi oleh *Work Injection* ATMI Surakarta (WI) menggunakan proses injeksi plastik dengan mesin injeksi Toshiba EC100SX berkapasitas 100 ton. Proses injeksi di WI masih menerapkan konsep manufaktur plastik konvensional dengan mengandalkan *trial mold* untuk memenuhi tuntutan kualitas dari *customer* berupa minimalisasi *volumetric shrinkage* yang tidak boleh lebih dari 10% dan *shrinkage* produk antara 0,4% - 0,7%. Penelitian ini akan membahas tentang lamanya waktu *setting* parameter proses dan perbaikan *mold* atau produk yang sangat tergantung pada hasil injeksi saat proses *trial* di industri plastik konvensional. Hal tersebut mengakibatkan material plastik yang terbuang masih tinggi dan proses yang tidak efektif. Penelitian ini juga memberikan metode baru tentang konsep manufaktur plastik modern berbasis *Computer Aided Engineering* (CAE).

Metode yang digunakan adalah taguchi dan *Moldflow dual-domain*. Metode taguchi digunakan untuk mendapatkan parameter proses mesin injeksi yang optimal dengan *orthogonal array* dan optimalisasi parameter proses dilakukan dengan *moldflow dual-domain* untuk memperoleh prediksi *shrinkage* yang diinginkan serta data *setting* mesin yang optimal. Teknologi CAE yang digunakan adalah *Autodesk Moldflow plastic insight* 2015 untuk analisis proses injeksi plastiknya.

Hasil optimalisasi menunjukkan bahwa *volumetric shrinkage* maksimal pada *base plate* adalah 7,612% dan *shrinkage* produk rata-rata sebesar 0,4871%. Parameter proses yang optimal adalah pada *mold temperature* 70 °C, *melt temperature* 235 °C, *injection pressure* 100 MPa, *injection time* 1,0080 s, dan *cooling time* 9,7815 s. *Total cycle time* yang diperoleh adalah 18,9895 s dengan *pressure at V/P switch-over* 41,67 MPa. Produk *base plate* diharapkan memiliki total volume 46,2861 cm<sup>3</sup> dan total beratnya 44,0036 g dengan kualitas yang sesuai permintaan *customer*.

**Kata kunci** : injeksi plastik, *moldflow*, optimalisasi, *shrinkage*

Pembimbing I : Paulus Wisnu Anggoro, S.T., M.T.

Pembimbing II : Cahyo Budiyanoro, S.T., M.Sc.

Jadwal Pendadaran : 8 September 2015

